

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-174678

(P2004-174678A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B23Q 17/22  
G01B 7/00  
G01V 9/00

F1

B23Q 17/22  
G01B 7/00  
G01V 9/00

テーマコード (参考)

D 2F063  
S 3C029  
D

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-345112 (P2002-345112)  
(22) 出願日 平成14年11月28日(2002.11.28)

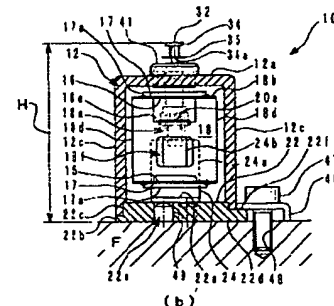
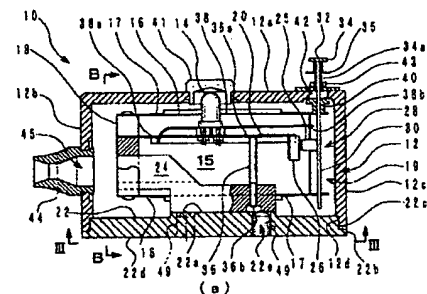
(71) 出願人 593182381  
アサ電子工業株式会社  
東京都小平市小川東町5-16-8  
(74) 代理人 100092048  
弁理士 沢田 雅男  
(74) 代理人 100072383  
弁理士 永田 武三郎  
(72) 発明者 麻 幸啓  
東京都小平市小川東町5-16-8 アサ  
電子工業株式会社内  
Fターム(参考) 2F063 AA02 BA21 CA09 DA02 DA05  
DC08 GA52 NA06  
3C029 AA21

(54) 【発明の名称】 タッチセンサ

(57) 【要約】

【課題】 ホールICを使用したソフトタッチセンサの提供。

【解決手段】 二枚の板バネ16による平行リンクの片持梁機構15で、固定側連結部材18は、下側板バネ16の中央を貫通させて台座22に立設した支持ブロック24に固定される。自由端側可動部28は、アルミ薄板を折曲加工した軽量構成の連結部材19で希土類磁石25が接着される。固定側連結部材18にホールIC支持部材20の弾性部分20aを固定し、リップ17a付剛性部分20bを調整ロッド36で支持して自由端に設けたホールIC26の磁石25との相対位置を微調整する。ホールIC支持部材20に片持弾性線材38を固定して自由端38bで可動部28の自重を保持すると共にハウジング12内面のプッシュ下面40aに当接させて、可動部28の位置を安定させる。アンビル34は0.5gf以下の軽負荷で作動し、磁石25の0.1mm以下の微小変位をホールIC26が感知して信号灯14を点灯する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

0.5gf以下の軽量負荷によるアンビルの平行変位と一体で変位する小形磁石の0.1mm以下の微小変位をホールICで検知して電気回路を開閉制御することを特徴とするソフトタッチセンサ。

## 【請求項2】

前記平行変位は基本的に同形の板バネの二重構造を構成要素とする平行リンクの片持梁機構によるものであって、前記板バネはいずれも躯体平面形状が長方形をなす中空の枠体で、四隅からそれぞれ長手方向に弾性腕を同一長さで平行に延在させた形状をポリイミド薄板で形成し、前記躯体と同形で中空枠体の長方形空間を画定する内周縁に沿ってリブを突設させたアルミ合金薄板を前記躯体に接着して、前記躯体部分を剛性体としたことを特徴とする請求項1に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項3】

前記片持梁機構における固定端側の板バネ連結部材は、前記板バネの中空部分を貫通させて台座の中央部分に立設した支持ブロックに固着したことを特徴とする請求項2に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項4】

前記片持梁機構における自由端側の板バネ連結部材は、アルミ合金薄板の折曲げ加工で断面コ字形に形成して、さらに穿孔により軽量化し、前記コ字形の上下面を貫通させて前記板バネと垂直な小径管材をプローブとして接合すると共に、前記自由端側の連結部材における中央近傍の所定位置に前記小形磁石を固着する一方、前記固定端側連結部材に固設して延在させた支持部材の自由端にホールICを前記小形磁石に対向させて配置したことを

## 【請求項5】

特徴とする請求項2に記載のソフトタッチセンサ。

前記支持部材は、固設位置から前記台座に向けて傾斜する弾性変形を前記支持ブロックに螺嵌した調整ロッドで阻止して、前記ホールICが前記小形磁石と対向する位置に強制変位させ、前記調整ロッドのネジ作用により軸線方向の微調整を可能にしたことを特徴とする請求項4に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項6】

前記支持部材に信号灯を固設したことを特徴とする請求項4に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項7】

前記プローブとしての小径管材の外径に嵌合する大径管材に前記アンビルと座金とを固着し、前記アンビルを前記プローブから嵌脱自在にすると共に前記座金で前記プローブの下方変位を規制したことを特徴とする請求項1または4に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項8】

前記片持梁機構全体を囲む成型ハウジングを設けて、前記台座の上面に、前記成型ハウジングの底部開口内面が

密嵌する嵌合段部周壁を形成し、前記成型ハウジングには、上面に前記プローブを挿通する大径開口と、前記信号灯を視認可能にする透明カバー付窓を、そして側面に電線引出口を穿設し、前記大径開口の形成面には、外側に前記座金と対向する鈎付ボスを、そして内側に前記平行リンクの自由端に当接して位置決めするブッシュを固設したことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項9】

10 前記平行板バネの自由端を前記ブッシュに当接させる位置決め部材として、前記平行リンクの固定端側と自由端側との間に弾性体を張設し、前記自由端側構成体に作用する重力の影響を相殺する方向に付勢して慣性移動を抑制したことを特徴とする請求項8に記載のソフトタッチセンサ。

## 【請求項10】

前記台座には前記嵌合段部周壁より前記ハウジングの外部に張出する延在部分を設けると共に、底面の適当な少なくとも二か所にノック孔を穿設したことを特徴とする請求項8に記載のソフトタッチセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、マシニングセンタやジグボーラ等のコンピュータ制御による自動工作機械における刃物（バイト、ドリル等）の刃先が切り進む切削位置確認のために基準位置を設定して刃物の摩耗による加工寸法誤差を補正することを目的としたソフトタッチセンサに係わり、より具体的には、極軽微な測定圧で極微細な変位（ミクロンないしサブミクロン）の感知を可能にする機構の構成に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年のIC産業界においては集積度が急激に加速して、工具も超硬からダイヤモンドによる直径0.1mm以下のオーダのドリルの使用で、更に微細な精密孔加工が要求され、例えば5～6層の積層プリント基板の2～4層をミクロンオーダで正確に深さ加工をすることが必要とされる。ドリルの回転数は毎分十数万回転に及び、当然刃先には摩耗が生じるから、作業テーブルと刃先の相対位置を一定に維持するためには、例えば百回の孔加工毎に刃先位置をチェックしなければならない。

## 【0003】

ソフトタッチセンサは、上記工作機械の作業テーブル面から所定の高さを基準位置として常に刃物の先端を安定に維持する監視器具として使用されており、一般的には、ヒンジで回動自在に支持されたレバース式アクチュエータの自由端が刃物に押動されると、その動きが摺動ピンに伝達されて、トグル機構などのスナップアクションにより電気接点をONからOFFに切替える機械的手段



による。あるいは光学的手段を使用して、刃先が光ビームを直接遮断する信号出力で刃先の基準位置を検知し、刃先の摩耗による変動を補正している。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、機械的手段によるソフトタッチセンサを作動させる接触荷重は、アクチュエータレバーを動かして接点をスナップアクションさせるのに伴う反作用による抵抗を受け、それを克服する大きさの付勢力として、例えば100～300gfが要求される。従って、それだけの接触圧がないと正確で再現性の安定した基準位置の設定は得られない。一方、ダイヤモンドドリルによる直径0.1mm以下0.01mmオーダの加工は、上記のような接触荷重でソフトタッチセンサを作動させると、ドリル自体が座屈で湾曲するため、ドリル先端の位置設定が不安定になって再現性が損なわれるから、極端に軽い接触圧のソフトタッチセンサが要求される。

#### 【0005】

一方、光学的手段による刃物の直接的先端検知は、無接触で設定圧は不要であるが、刃先の形状変化に対する対応が困難で、再現性、不感帯、光量、温度変化に対する調整等、電子回路特性に依存する調整部分を多分に有するため取扱い上至便性に欠け、かつ塵埃に弱いことが難点となる。

#### 【0006】

そこで本発明の目的は、操作力としての接触荷重が0.5gf以下であって、再現性感度または精度が±0.5μm台で、自動工作機械の作業テーブル面に着脱自在であり、しかも基準位置設定に対する取扱いが容易なソフトタッチセンサの提供である。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係わるソフトタッチセンサは、0.5gf以下の軽量負荷によるアンビルの平行変位と一体で変位する小形磁石の0.1mm以下の微小変位をホールICで検知して電気回路を開閉制御する。しかも、前記平行変位は基本的に同形の板バネの二重構造を構成要素とする平行リンクの片持梁機構によるものであって、前記板バネはいずれも躯体平面形状が長方形をなす中空の枠体で、四隅からそれぞれ長手方向に弾性腕を同一長さで平行に延在させた形状をポリイミド薄板で形成し、前記躯体と同形で中空枠体の長方形空間を画定する内周縁に沿ってリブを突設させたアルミ合金薄板を前記躯体に接着して、前記躯体部分を剛性体とした。

#### 【0008】

また、前記片持梁機構における固定端側の板バネ連結部材は、前記板バネの中空部分を貫通させて台座の中央部分に立設した支持ブロックに固着した。そして、前記片持梁機構における自由端側の板バネ連結部材は、アルミ

(3)



特開2004-174678

4

合金薄板の折曲げ加工で断面コ字形に形成して、さらに穿孔により軽量化し、前記コ字形の上下面を貫通させて前記板バネと垂直な小径管材をプローブとして接合すると共に、前記自由端側の連結部材における中央近傍の所定位置に前記小形磁石を固着する一方、前記固定端側連結部材に固設して延在させた支持部材の自由端にホールICを前記小形磁石に対向させて配置した。

#### 【0009】

しかも、前記支持部材は、固設位置から前記台座に向けて傾斜する弾性変形を前記支持ブロックに螺嵌した調整ロッドで阻止して、前記ホールICが前記小形磁石と対向する位置に強制変位させ、前記調整ロッドのネジ作用により軸線方向の微調整を可能にした。さらに、前記支持部材に信号灯を固設した。

#### 【0010】

また、前記片持梁機構全体を囲む成型ハウジングを設けて、前記台座の上面に、前記成型ハウジングの底部開口内面が密嵌する嵌合段部周壁を形成し、前記成型ハウジングには、上面に前記プローブを挿通する大径開口と、前記信号灯を視認可能にする透明カバー付窓を、そして側面に電線引出口を穿設し、前記大径開口の形成面には、外側に前記座金と対向する鋳付ボスを、そして内側に前記平行リンクの自由端に当接して位置決めするブッシュを固設した。

#### 【0011】

その上、前記プローブとしての小径管材の外径に嵌合する大径管材に前記アンビルと座金とを固着し、前記アンビルを前記プローブから嵌脱自在にすると共に前記座金で前記プローブの下方変位を規制した。さらに、前記平行板バネの自由端を前記ブッシュに当接させる位置決め部材として、前記平行リンクの固定端側と自由端側との間に弾性体を張設し、前記自由端側構成体に作用する重力の影響を相殺する方向に付勢して慣性移動を抑制した。また、前記台座には前記嵌合段部周壁より前記ハウジングの外側に張出する延在部分を設けると共に、底面の適当な少なくとも二か所にノック孔を穿設した。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係わるソフトタッチセンサの実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明に係わるソフトタッチセンサ10の一実施例を示すもので、

(a)は側面の断面図、(b)は(a)のB-B線に沿った断面図である。図2は、同一形状寸法で互いに鏡像対称に対向させて構成する二枚の同形の平行板バネ16のうちの一つを示す平面図で、(b)は(a)のB-B線に沿った断面図で、(c)は(b)の記号Cを付して丸で囲んだ部分の拡大図示である。また図3は、図1

(a)のIII-III線に沿った底面図である。さらに図4は、図1の斜視図で、一部を分解して示したものである。そして図5は図1のソフトタッチセンサ10か

らハウジング12および信号灯14を取り除いて示した動作説明図である。ただし、図示は全て板厚が誇張されている。

#### 【0013】

図1において、ソフトタッチセンサ10の主要部材である片持梁機構15は、二枚の同形の板バネ16、16で構成する一種の平行リンク機構(図6(b)参照)で、図2(a)に平面図で示すように板バネ16は長方形の中空枠体を躯体16aとして四隅からそれぞれ長手方向に弾性腕16bを平行に延在させた形状の部材がポリイミド薄板(板厚75μ)で形成される。さらに、アルミ合金薄板17を躯体16aと同一の中空枠体平面形状に成型して内周縁に沿ってバーリングで切り起こしたリブ17aを突設し、各板バネ躯体16aに整合させて接着する(図2(b),(c)参照)。これにより各板バネ16の躯体16aは剛性を有する構造体となって、各弾性腕16b部分だけが可動部として機能する。このように構成された二枚の同形の板バネ16、16は、上下横方向に適当な距離で平行に離間され、鏡像対称に対向させて各板バネ16に垂直な剛性体の連結部材18、19でそれぞれの両端が結合される。

#### 【0014】

図6(a)に示した片持梁機構15において、平行板バネ16、16の自由端における上下変位は、躯体16aから延在する四本の弾性腕16bの湾曲によって行われる。すなわち、図6(b)に模式図で示す四本の剛性棒体a、b、c、dによる平行リンク機構は、図6(a)と等価で、図6(b)における関節kが図6(a)において二点鎖線の丸で囲んだ弾性腕16bに相当する。図6(b)の平行リンク構成体では、自由端cの上下移動により、関節kを構成する軸と軸受との間に回転摩擦が発生するが、弾性腕16bでは上下移動が弾性変形に吸収されて摩擦は生じないから、摩擦による負荷変動や摩擦損失および摩耗は生じない。

#### 【0015】

片持梁機構15における平行板バネ16の固定端側連結部材18は、装着して使用する加工機械の膨張係数に近似させることを考慮して、鉄系材料の成型ブロックが望ましいが、使用目的に応じてアルミ合金や合成樹脂により軽量化を図ってもよい。固定端側連結部材18は、中央台座18aの両側に平行板バネ16の弾性腕16bの端末をネジ結合で固定する取付面を上面18bと下面18cに備えた二本の支柱18d、18dが延在する。二本の支柱18d、18dは、中央台座18aの座面18eより上方の延在部分を十分長く形成して、座面18eは後述するホールIC支持部材20の取付座とする(図1(b)参照)。

#### 【0016】

上記と同様の理由で形成した鉄系成型台座22の上面に突設された取付座22aに下面からネジ結合で鉄系成型

支持ブロック24が固定される(図1および図3参照)。支持ブロック24は、図5に示すように、取付座22aからの直立部分24aが、下側に位置する平行板バネ16に形成された中空の長方形空間を貫通した後、上下平行板バネ16、16の双方から離間する中間位置を取付座22aと平行に横梁24bが延在する。横梁24bは、固定端側連結部材18の中央台座18aに穿設された貫通孔18fに嵌入させて、平行板バネ16の固定面となる支柱18dの上下面18b、18cを取付座22aと平行に固定する。この状態において、片持梁機構15における自由端側は、上下二枚の平行板バネ16の弾性腕16bの弾性力が重力mの作用と釣合う位置に弾性変形して支持される(図6(a)参照)。

#### 【0017】

図4の斜視図に示されるように、片持梁機構15における平行板バネ16の自由端側連結部材19は、軽量化を要するためにアルミ合金薄板の上下を外向きに折曲げ加工して、上下平行板バネ16それぞれの弾性腕16bの自由端末に接合する。すなわち、自由端側連結部材19は、平行な上下二面19a、19bを備える断面コ字形の構造体を形成することによって剛性を付与し、さらに軽量化のために適当な形状の空孔19c、19dを垂直面部19eに穿設する。垂直面部19eには、直方体に成型された小形の希土類磁石25の上面側をS極とする外形に整合させたポケット19fを切り欠き、下辺を直角に折曲げて切り起こした座面19gに磁石25を接着して、S/N極を上下に備えた面25aをポケット19fから内側に設置したホールIC支持部材20の自由端に固装したホールIC26の感知面26aに臨ませる。

#### 【0018】

図4の斜視図において、平行板バネ16の自由端側弾性腕16bそれぞれの自由端端末部分に穿設したノック孔16cと自由端側連結部材19の上面19aと下面19bの両端にそれぞれ穿設したノック孔19hとで位置決めが行われ、上下自由端側弾性腕16bの自由端端末部分に自由端側連結部材19の上面19aと下面19bが接着される。これにより、上下二枚の平行板バネ16の自由端は連結部材19で連結され、片持梁機構15の可動部28が形成される。

#### 【0019】

可動部28には自由端側連結部材19の上面19aと下面19bの中央部分を貫通させて、成型台座22の取付座22aに対して垂直なブロープ30が接着される。可動部28を軽量化するために、ブロープ30としては、ステンレス細管が好適である。ブロープ30の上端は、後述するハウジング12より突出する長さで、作業テーブル面Fからの基準高さHの設定に係わる。

#### 【0020】

さらに、ブロープ30の上面には計測対象の刃先(図示省略)と直接接触して基準高さを確定する平坦な接触面

32を提供するために、純アルミニウムで形成して表面に硬質アルマイトを施したアンビル34が着脱自在に装着される。すなわちアンビル34は、プローブ30を形成するステンレス細管の外径に摺動可能に嵌合する大径のステンレス細管スリーブ34aに、ストップとして機能する座金35と共に接着して構成される。またプローブ30の下端は、ストップとして成型台座22の上面からの離間距離を設定して可動部28の下方移動範囲を制限してもよい。

#### 【0021】

図5に示されるようにホールIC支持部材20は、固定端側連結部材中央台座18aの座面18eに端末部分が固定される弾性部分20aと、長手方向に沿った両縁を下方に折曲げて構造体を成形した剛性部分20bと、自由端を下方に折曲げて形成したホールIC26の接着座20cとを備える。弾性部分20aは強制変形されて、剛性部分20bを図中二点鎖線で示すように予め下方に向けて僅かな角度（例えば4°）で傾斜させた状態で中央台座18aの座面18eに固定される。

#### 【0022】

一方、この僅かに傾斜するホールIC支持部材20の剛性部分20bを、支持ブロック直立部分24a上面の適当位置に螺嵌した調整ロッド36の上端36aで支持してほぼ水平位置まで持ち上げ、ホールIC感知面26aを磁石25の磁束に感応する領域内に移動する。調整ロッド36のネジ作用による軸方向の上下移動により、ホールIC26の最適作動位置を微細に調整することができる。ホールIC26の位置調整終了後、支持ブロック24を台座22に固定すると、調整ロッド36の軸方向移動を操作する頭部36bは台座22に隠れて、外部からは操作不能となるので、一旦調整されたホールIC26の適性位置が故意に変更されることは防止される。さらに、図1および図4に示されるようにホールIC支持部材20に発光ダイオードによる信号灯14を固設して、ホールIC26が予め設定されたしきい値の磁位に感応して発する作動信号を信号灯14の点灯でも視認可能にしている。

#### 【0023】

さらに、図4および図5に明瞭に図示されるように、片持梁機構15において、平行板バネ16における連結部材19、磁石25、プローブ30、アンビル34および座金35を含む可動部28の重量 $m$ （矢印）による自然の下方変位量を補償する二本の弾性線材38（自然の形状を二点鎖線で示す直径0.1mmのステンレススプリング線材）が基端38aをホールIC支持部材20に固設して自由端38bを撓め、連結部材19の上面19aの直下で弾性線材38の延長線に対応させて穿設した二個の透孔19i、19iに挿通して上向きの付勢力 $t$ （矢印）を付与する。付勢力 $t$ は重量 $m$ より僅かに大きく、連結部材19の上面19aは、ハウジング12の内

面に固設したブッシュ40の下面40aに軽く圧接される。これにより、平行板バネ16をほぼ水平で安定に保持すると共に、磁石25の高さ方向の位置を一定に設定することができる。

#### 【0024】

再び図1に基づき、片持梁機構15の全体を囲む成型ハウジング12について説明する。成型ハウジング12は上面12aに信号灯14が視認可能な透明カバー付窓41とプローブ30を位置決め調整可能に挿通する大径開口42が形成される。大径開口42の外側には、アンビル34付属の座金35と対向する鍔付ボス43を接着して、座金35とボス43aとの当接によりアンビル34の下方移動範囲を制限する。また、大径開口42の内側には、ブッシュ40を固設してプローブ30を遊嵌し、可動部28すなわち磁石25の移動範囲の上限を規制してアンビル34の基準位置を設定する。

#### 【0025】

また、片持梁機構15の固定端側連結部材18に面する成型ハウジング12の側壁12bにはゴムキャップ44付電線引出口45が設けられる。さらに、成型ハウジング12を囲む側壁外面12cは成型台座22の外周縁22bと同一面に整合する。そして、成型台座22の外周縁22bより内側に、嵌合段部周壁22cが形成され、成型ハウジング12の底部開口に形成された嵌合内面12dが密嵌する。

#### 【0026】

成型台座22の下面22dには、図3に示すように、成型支持ブロック24をボルト結合するボルト24cの頭部を沈めるザグリ孔および位置決め用のノック孔22eが穿設される。さらに、台座22の外周縁22bの一部には、嵌合段部周壁22cから成型ハウジングの側壁外面12cの外部に張出する延在部分22fが形成されて、図1(b)および図4に示されるような締金46と係合し、上面に穿設したボルト孔46aからボルト47を挿通して、作業テーブル面Fに螺刻したネジ孔48に螺着し、ソフトタッチセンサ10を作業テーブル面Fに固定する。

#### 【0027】

次に、本発明に係わるソフトタッチセンサ10の動作について説明する。コンピュータ制御によるマシニングセンタやジグボラ等の工作機械の作業テーブルFの適当な位置に、ドリルの刃先の基準高さを設定するブロックゲージの代わりにソフトタッチセンサ10を設置する。このため、常に同じ位置に設置できるように作業テーブルF上の設置位置にノックピン49が植設され、ネジ孔48が螺刻される。

#### 【0028】

ソフトタッチセンサ10の成型台座22の下面22dに穿設された位置決め用ノック孔22eを、作業テーブルF上に植設したノックピン49と係合し、図1および図

4に示されるように、成型ハウジング12の側壁外周面12cより外部に張出する成型台座22の延在部分22fに締金46を係合し、ボルト47を締金上面に穿設したボルト孔46aに挿通して作業テーブルF上のネジ孔48に螺着する。ボルト47を締め付けて締金46で台座22の延在部分22fを作業テーブルFに押圧し、ソフトタッチセンサ10を定位置に固定する。

#### 【0029】

作業テーブルFの面からアンビル34の上面の基準高さHが自動的に設定される。例えば精密孔加工において、図示しないドリルを加工位置からソフトタッチセンサ10のアンビル34の中心軸線直上位置に移動する。ドリルを徐々に下降してドリル先端をアンビル34の接触面(基準面)32に接触させ、プローブ30を下方に向けて押動する。片持梁機構15の可動部28重量は、平行板バネ16と補償弾性線材38の合成付勢力とほとんど平衡状態にあり、ドリル刃先がアンビル34を介して可動部28を下方に変位させる負荷は0.5gf以下にすることができるので、ドリルが座屈変形する懸念は払拭される。

#### 【0030】

図7に拡大図示されるように、可動部28を構成する自由端側連結部材19に固設された磁石25のS/N極を上下に備えた面25aは、磁石25の磁界Mの領域内における近接位置でホールIC感知面26aに対向する。磁石25が形成する磁場は両磁極S、Nから等距離で磁石25の軸と直角に交わる面V0で磁位が0となり、両磁極に向けて磁力が次第に強くなる。ところで、面V0の近傍においては、等磁位面が殆ど平行に分布するから、磁石のS/N面25aとホールIC感知面26aとの距離の変動による磁力の影響は無視できる。従って、磁石のS/N面25aとホールIC感知面26aとの間隔が十分に近接させてあれば正確な微細調整は不要となる。

#### 【0031】

そこでホールIC26は、磁力に感応するしきい値を例えばS極側の20 Gauss (S20G) に設定されており、プローブ30と一体の連結部材19と共に下降する磁石25の20 Gauss等磁位面-V20が、例えば感知面26aにおける点Pを通過する瞬間、ホールIC26は接続された電気回路(図示省略)に閉成信号を伝達する。この信号を受けて工作機械のコンピュータは、基準位置の初期設定を更新する。一方、発光ダイオードの信号灯14もこの信号を受けて点灯し、刃先が基準位置に達したことを報知する。この作業により、常に、刃先の摩耗を監視して補正することができ、孔加工の深さに対する再現精度を±0.5μ以下に抑えることが可能になる。電気回路は公知であるので、説明を省略する。

#### 【0032】

以上、本発明に係わるソフトタッチセンサの一実施例を図面に基づいて説明したが、本発明は図示の実施例に限

定されるものではなく、その形状や構成等について、本発明の構成要件から逸脱しない範囲で、細部に関する多様な変更や部品の再構成等の改変をなし得ることが予期される。例えば、アンビル34と一体に設けた座金35と鈐付ボス43の間を薄い軟質ゴムのベローズで密に覆うことにより、防滴機能を付加することができる。また、可動部28の重量mを相殺する弾性線材38は、引張コイルバネあるいは圧縮コイルバネに換えることが可能である。

#### 【0033】

##### 【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明に係わるソフトタッチセンサによれば、作業テーブル面から刃先の基準高さを設定するのに、ポリイミド薄板による平行板バネの片持梁の平行リンク機構で、刃先と接触するアンビルを平行移動させるようにし、且つ平行板バネの可動部をアルミ合金薄板と小径管材で軽量化したので、実質的に0.3gf以下の接触荷重で、殆ど刃物に負荷を与えることなく、基準高さを設定することができる。

#### 20 【0034】

また、アンビルの平行移動に伴う磁石の移動をホールICで感知するようにしたので、±0.5μ以下の再現精度で変位を感知して刃先の初期位置設定を更新することができる。しかも、平行板バネは躯体を中空にして、この空間に片持梁固定端の支持ブロックを貫通させて構成したので、ソフトタッチセンサ全体をコンパクトに纏めることができる。さらに、平行板バネ可動部の自重を片持の弾性線材で支持して、ハウジング内に固定したブッシュに当接させたので、構成がコンパクトになると共に、平行板バネ可動部を安定に保持することができる。

#### 30 【0035】

その上、ホールIC支持部材は弾性変位させた位置を調整ロッドで正常に保持するようにしたので、調整ロッドのネジ部を操作してホールICと磁石の相対位置を最適感度を示す位置に微調整することができる。また、アンビルはプローブから嵌脱自在にしたので、摩損や変形を生じた場合には容易に交換することができる。このようなソフトタッチセンサは、台座に穿設したノック孔により常に作業テーブルの所定位置に設置可能で、ハウジング外部に張出させた延在部分に適当な締金を係合させてボルトによって簡単に固定することができる。

#### 40 【0036】

さらに、アンビルと一体に固定した座金ハウジング上面に固定した鈐付ボスに当接してアンビルの移動範囲を制限し、また、ホールICの動作を信号灯によって視認できるようにしたので、平行板バネの弾性限界を超える過度の変形を防止することができる。しかも、可動部の磁石と感知部のホールICとは無接触であり、平行リンクの関節が板バネであるので摩擦がなく、摩耗による劣化は生じない。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるソフトタッチセンサの一実施例を示す(a)は側面図、(b)は(a)のB-B線に沿った断面図である。

【図2】本発明に係わるソフトタッチセンサにおける平行リンクを構成する板バネの図示で(a)は平面図、(b)は(a)のB-B線に沿った断面図、(c)は(b)の記号Cを付して丸で囲んだ部分の拡大図である。

【図3】図1(a)のIII-III線に沿った底面図である。

【図4】図1のハウジングを外して一部を分解して示した斜視図である。

【図5】本発明に係わるソフトタッチセンサにおけるハウジングおよび信号灯を取り除いて示した動作説明図である。

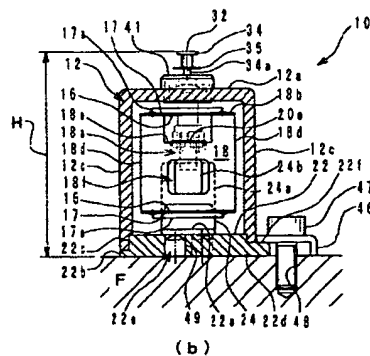
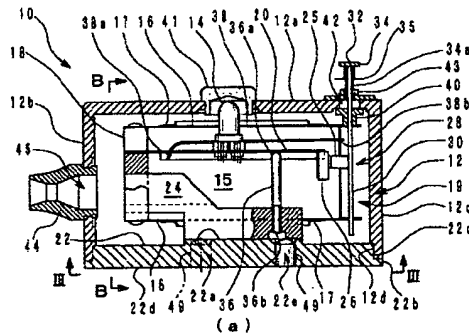
【図6】本発明に係わるソフトタッチセンサにおける二枚の平行板バネによる片持梁機構の説明図で(a)は実施例の部分図、(b)は模式図である。

【図7】本発明に係わるソフトタッチセンサにおけるホールICと磁石との関係を拡大図示した側面図である。

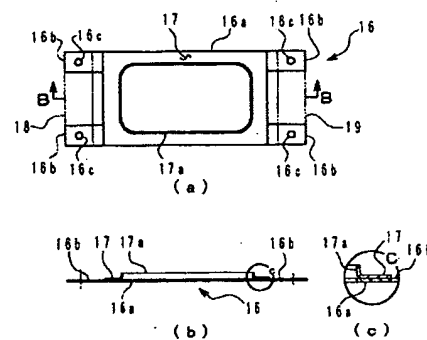
## 【符号の説明】

- 10 ソフトタッチセンサ
- 12 ハウジング
- 14 信号灯
- 16 板バネ
- 18 連結部材(固定端側)
- 19 連結部材(自由端側)
- 20 ホールIC支持部材
- 22 成型台座
- 24 成型支持ブロック
- 25 磁石
- 26 ホールIC
- 28 可動部
- 30 プローブ
- 34 アンビル
- 35 座金
- 36 調整ロッド
- 38 弾性線材
- 40 ブッシュ
- 43 鈎付ボス
- 45 電線引出口

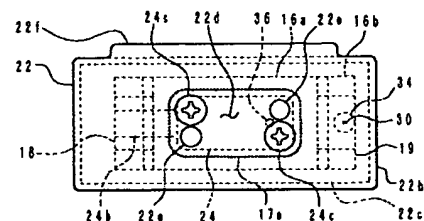
【図1】



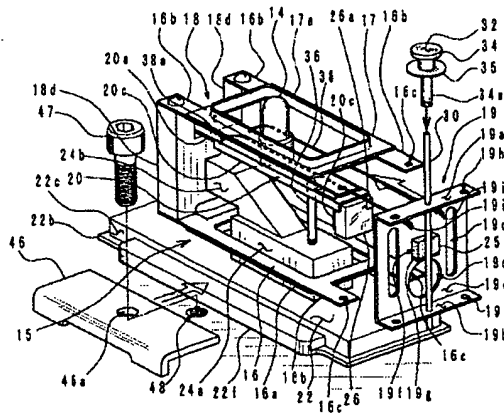
【図2】



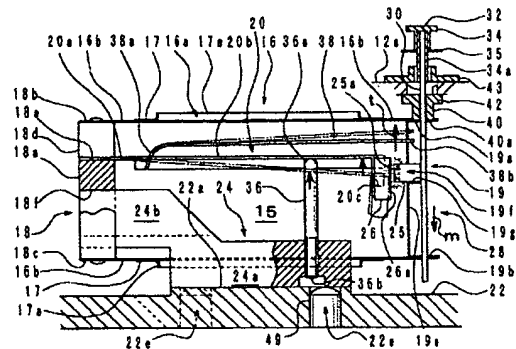
【図3】



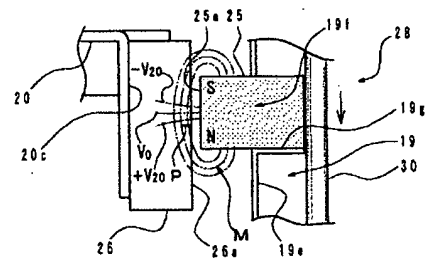
【図4】



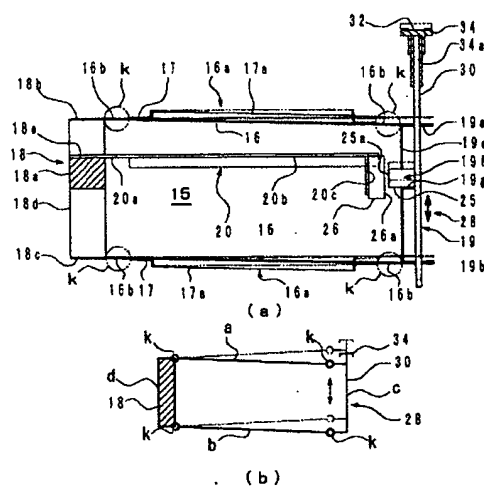
【図5】



【図7】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成15年10月24日（2003. 10. 24）

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

台座と一体的に構成される第1連結部材と、

前記第1連結部材の両端部に対して一端側がそれぞれ固定され相互に平行になるように配された板バネと、

前記板バネの他端側を相互に連結する第2連結部材と、

前記各板バネ側が磁極となる態様で前記第2連結部材に取り付けられる磁石と、

前記磁石の磁極方向と平行に各板バネに取り付けられたパイプと、

前記パイプに外力が加わることに起因する前記磁石の変位によって信号の出力の有無を切り換えられる態様で前記磁石の磁極の境界近傍に位置させたホールICとを具備し、

前記各板バネは、板バネ本体に剛性を備えるための合金板と、前記合金板と前記第1及び第2連結部材とをそれぞれ接続するポリイミドからなる弾性部とを有することを特徴とするタッチセンサ。

【請求項2】

前記第2連結部材側に作用する重力の影響を相殺する弾



性体を具備することを特徴とする請求項 1 記載のタッチセンサ。

【請求項 3】

一端側が前記第 1 連結部材に固定され、他端側に前記ホール IC が設けられ、前記一端側から他端側に向けて傾斜したホール IC 支持部材と、

前記ホール IC 支持部材と前記台座との距離を調整する調整部材とを具備することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のタッチセンサ。

【請求項 4】

前記パイプに外力が加わることに起因して変位する部分に孔を設けることによって、当該部分を軽量化していることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか記載のタッチセンサ。

【請求項 5】

前記パイプの一端に前記外力を受ける硬質のアンビルを設けることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか記載のタッチセンサ。

【請求項 6】

前記ホール IC からの信号の出力の有無を報知する報知部材を具備することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか記載のタッチセンサ。

【請求項 7】

前記台座の底面の少なくとも二カ所にノック孔を設けたことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか記載のタッチセンサ。

【請求項 8】

前記パイプに、当該パイプの変位を規制する規制部材を設けることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか記載のタッチセンサ。

【請求項 9】

前記パイプは、その他端が、パイプ本体の変位を規制するように設けてあることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか記載のタッチセンサ。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係わるタッチセンサは、台座 22 と一体的に構成される第 1 連結部材 18 と、前記第 1 連結部材 18 の両端部に対して一端側がそれぞれ固定され相互に平行になるように配された板バネ 16 と、前記板バネ 16 の他端側を相互に連結する第 2 連結部材 19 と、前記各板バネ 16 側が磁極となる態様で前記第 2 連結部材 19 に取り付けられる磁石 25 と、前記磁石 25 の磁極方向と平行に各板バネ 16 に取り付けられたパイプ 30 と、前記パイプ 30 に外力が加わることに起因する前記磁石 25 の変位によって信号の出力の有無を切り換えられる態様で前記磁石 25 の磁極の境界近傍に位置させたホール IC 26 とを具備し、前記各板バネ 16 は、少なくとも、板バネ 16 本体に剛性を備えるための合金板 17 と、前記合金板 17 と前記第 1 及び第 2 連結部材 18、19 とをそれぞれ接続するポリイミドからなる弾性部 16b とを有することを特徴とする。

さらには、前記第 1 連結部材 18 と前記第 2 連結部 19 との間に、当該第 2 連結部材 19 側に作用する重力の影響を相殺する弾性体 38 を具備する。

また、一端側が前記第 1 連結部材 18 に固定され、他端側に前記ホール IC 26 が設けられ、前記一端側から他端側に向けて傾斜したホール IC 支持部材 20 と、前記ホール IC 支持部材 20 と前記台座 22 との距離を調整する調整部材 36 とを具備する。

さらに、前記パイプ 30 に外力が加わることに起因して変位する部分 16、19 に孔を設けることによって、当該部分 16、19 を軽量化している。

さらにまた、前記パイプ 30 の一端に前記外力を受ける硬質のアンビル 34 を設ける。前記ホール IC 26 からの信号の出力の有無を報知する報知部材 14 を具備する。

そして、前記台座 22 の底面の少なくとも二カ所にノック孔 22e を設けた。

前記パイプ 30 に、パイプ 30 本体の変位を規制する規制部材 35 を設ける。

**【Name of Document】** Patent Application

**【Reference Number】** P02-115

**【To】** Commissioner of Patent Office

**【Inventor】**

**【Address】** ASA ELECTRONICS INDUSTRY CO., LTD  
5-16-8, Ogawahigashi-cho,  
Kodaira-shi, Tokyo  
Japan

**【Name】** ASA, Yukihiro

**【Applicant】**

**【Identification Number】**

593182381

**【Name】** ASA ELECTRONICS INDUSTRY CO., LTD

**【Agent】**

**【Identification Number】**

100072383

**【Name】** NAGATA, Takesabourou

**【Phone Number】**

03-3455-8746

**【Indication on Fees】**

**【Number of Prepayment Register】**

053497

**【Fee Paid】**      ¥21,000

**【List of Submitted Items】**

**【Name of Item】**

Specification      1

**【Name of Item】**

Drawing      1

**【Name of Item】**

Abstract      1

**【Number of General Power of Attorney】**

9714200

**【Requirement of Proof】** Required

**【SPECIFICATION】**

**【Title of the Invention】** Soft Touch Sensor

**【CLAIMS】**

**【Claim 1】** A soft touch sensor, wherein the ON/OFF of an electric circuit is controlled by a minute displacement of 0.1 mm or less of a small-size magnet which may be displaced unitedly with a parallel displacement of an anvil caused by a light load of 0.5 gf or less, the minute displacement being detected by a Hall IC.

**【Claim 2】** A soft touch sensor as claimed in claim 1, characterized in that the parallel displacement is basically provided by a parallel-link cantilever mechanism consisting of a dual structure by plate springs having a same shape, wherein,

any of the plate spring is an empty frame having a rectangular shaped plan skeleton,

polyimide thin plates form a shape provided by elastic arms of a same length extended in a parallel manner in an elongated direction from each of four corners of the skeleton, and

an aluminum alloy thin plate with the same shape as the skeleton and a rib provided to protrude along an inner circumferential edge defining a rectangular space of the empty frame, is adhered to the skeleton so as to render the skeleton part a rigid body.

**【Claim 3】** A soft touch sensor as claimed in claim 2, characterized in that a plate spring coupling member on a fixed end side in the cantilever mechanism is fastened on a supporting block which is mounted uprightly at the central part of a pedestal through the empty portion of the plate spring.

**【Claim 4】** A soft touch sensor as claimed in claim 2, characterized in that the coupling member for the plate springs on a free end side in the cantilever mechanism is formed in a U-shape by bend-processing an aluminum alloy thin plate and

light-weighted by boring holes,

a tube member with a small diameter perpendicular to the plate springs penetrates upper and lower surfaces of the U-shape and joins as a probe with the surfaces,

the small-size magnet is fastened to a predetermined position near the center of the coupling member at the free end side, and

a Hall IC is positioned, opposed to the small-size magnet, on a free end of the supporting member fixed on and extended to the coupling member on the fixed end side.

**【Claim 5】** A soft touch sensor as claimed in claim 4, characterized in that an adjusting rod provided to the supporting block inhibits the supporting member from making an elastic deformation inclined from the fixing position to the pedestal, enabling to forcibly displace the Hall IC to a position where it is opposed to the small-size magnet, and enabling a fine-adjustment in the direction of the rod axis by means of a screw action of the adjusting rod.

**【Claim 6】** A soft touch sensor as claimed in claim 4, characterized in that a signal light is provided and fixed to the supporting member.

**【Claim 7】** A soft touch sensor as claimed in claim 1 or 4, characterized in that the anvil and a lock-washer are fastened to a tube member of a large diameter fitting the outer diameter of the tube member of a small diameter as the probe, whereby the anvil is freely detachable from the probe while the lock-washer regulates a downward displacement of the probe.

**【Claim 8】** A soft touch sensor as claimed in any one of claim 1 to 7, characterized in that there is provided with a molded housing totally surrounding the cantilever mechanism to form on a top surface of the pedestal a peripheral wall of a hermetical fitting stage for an inner surface of a bottom aperture of the molded housing,

the molded housing is provided on a top surface with an aperture of a large diameter through which the probe is inserted and a window having a transparent cover to render the signal light visible, and on a side surface with an opening through which

an electric wire member is pulled out, and

at a forming surface for the large diameter aperture, a flanged boss facing the lock-washer is provided and fixed on the outside, and on the inside a bush to abut with and position a free end of the parallel link.

**【Claim 9】** A soft touch sensor as claimed in claim 8, characterized in that as a positioning member for causing the free end of the parallel plate spring to abut with the bush,

an elastic body is provided in a tensioned manner between the fixed and free ends of the parallel link in order to yield a force in the direction to cancel an effect of gravity acting on the construction at the free end, and thus restrain the inertia movement.

**【Claim 10】** A soft touch sensor as claimed in claim 8, characterized in that the pedestal is provided with an extended part overhanging from the wall around the fitting stage to the exterior of the housing; and pedestals are drilled at at least two appropriate positions on a bottom surface of the pedestal.

**【Detailed Description of the Invention】**

**【0001】**

**【Field of the Invention】**

The present invention relates to a soft touch sensor aiming to correct an error of process dimension due to abrasion of an edge tool by setting a reference position for checking the machining position while the cutting edge of the edge tool such as a bite and drill in an automated computer-controlled machine tool such as a machining center and a jig drilling machine advances. More specifically, the invention relates to a construction of a mechanism that enables it to detect a minute displacement (in microns or sub-microns) with a minute measuring pressure.

**【0002】**

**【Background Art】**

In recent years, IC integration level has increased dramatically. This requires further minute precision hole processing, for example, accurately depth-processing 2 - 4 layers out of 5 - 6 layers of printed boards in the order of micro-meter, using a drill made of an ultra-hard material such as diamond having a diameter in the order of 0.1 mm or less. The revolution speed of the drill reaches hundreds of thousands per minute, causing abrasion to occur at the cutting edge. Therefore, the edge position must be checked regularly, e.g. every one hundred times of hole processing, in order to keep the relative position between the working table and the cutting edge constant.

**【0003】**

A soft touch sensor is used as a checking apparatus for keeping the cutting edge stable with respect to a reference position provided as a predetermined height from the surface of the working table of the aforementioned machine tool. It is provided with a mechanical means for switching an electric contact from ON to OFF by a snap action of, e. g. toggle mechanism, when a free end of a lever-type actuator rotatably supported by a hinge is pressed against an edge tool, and its movement is transferred to a sliding pin. Alternatively, it may be provided with an optical means wherein the reference position of the edge is detected with a signal output at which the edge directly blocks the light beam, to correct the fluctuation due to the abrasion at the edge.

**【0004】****【Problems to be Solved by the Invention】**

However, a contact load for activating a soft touch sensor having a mechanical means requires e.g. 100 to 300 gf as an energizing force in order to counteract resistance by anti-action accompanied with a snap action of a contact by moving the actuator lever. Accordingly, without such a contact pressure, a setting of a reference position with accuracy and stable reproducibility is not obtained. On one hand, processing a diameter of 0.1 mm or less in the order of 0.01 mm using a diamond drill requires a soft touch sensor with a very light contact pressure, because activating a soft touch sensor with a contact load as described above may cause the drill itself to bend at a buckle, resulting in unstable position setting of the drill tip, thereby damaging reproducibility.

**【0005】**

On the other hand, detecting directly the tip of a cutting tool by an optical method involves no contact and does not require a setting pressure. But it has a

disadvantage that it is difficult to respond to variations in the cutting edge form, because the method has so many adjusting parts for making adjustments, which depend on the characteristics of the electronic circuit, such as adjustments of reproducibility, neutral zone, light amount, and temperature change, so that it is inconvenient for handling and vulnerable to dust.

**【0006】**

Therefore, an object of the invention is to provide a soft touch sensor having a contact load of 0.5 gf or less as an operation force, reproducing sensitivity or precision in the range of  $\pm 0.5 \mu\text{m}$ , freedom of attaching to and detaching from the working table of the automated machine tool, and furthermore ease of handling the reference position setting.

**【0007】**

**【Means for Solving the Problems】**

To achieve the object mentioned above, the ON/OFF of an electric circuit is controlled by a minute displacement of 0.1 mm or less of a small-size magnet which may be displaced unitedly with a parallel displacement of an anvil caused by a light load of 0.5 gf or less, the minute displacement being detected by a Hall IC. The parallel displacement is basically provided by a parallel-link cantilever mechanism consisting of a dual structure by plate springs having a same shape, wherein,

any of the plate spring is an empty frame having a rectangular shaped plan skeleton,

polyimide thin plates form a shape provided by elastic arms of a same length extended in a parallel manner in an elongated direction from each of four corners of the skeleton, and

an aluminum alloy thin plate with the same shape as the skeleton and a rib provided to protrude along an inner circumferential edge defining a rectangular space of the empty frame, is adhered to the skeleton so as to render the skeleton part a rigid body.

**【0008】**

A plate spring coupling member on a fixed end side in the cantilever mechanism is fastened on a supporting block which is mounted uprightly at the central part of a pedestal through the empty portion of the plate spring. The coupling member



for the plate springs on a free end side in the cantilever mechanism is formed in a U-shape by bend-processing an aluminum alloy thin plate, and light-weighted by boring holes. A tube member with a small diameter perpendicular to the plate springs penetrates upper and lower surfaces of the U-shape and joins as a probe with the surfaces. The small-size magnet is fastened to a predetermined position near the center of the coupling member at the free end side, while opposed to the small-size magnet, a Hall IC is positioned to a free end of the supporting member provided and fixed to the coupling member on the fixed end side and extended.

**【0009】**

In addition, an adjusting rod provided to the supporting block inhibits the supporting member from making an elastic deformation inclined from the fixing position to the pedestal, enabling to forcibly displace the Hall IC to a position where it is opposed to the small-size magnet, and enabling a fine-adjustment in the direction of the rod axis by means of a screw action of the adjusting rod. A signal light is provided and fixed to the supporting member.

**【0010】**

There is provided with a molded housing totally surrounding the cantilever mechanism to form on a top surface of the pedestal a peripheral wall of a hermetical fitting stage for an inner surface of a bottom aperture of the molded housing. The molded housing is provided on a top surface with an aperture of a large diameter through which the probe is inserted and a window having a transparent cover to render the signal light visible, and on a side surface with an opening through which an electric wire member is pulled out. At a forming surface for the large diameter aperture, a flanged boss facing the lock-washer is provided and fixed on the outside, and on the inside a bush to abut with and position a free end of the parallel link.

**【0011】**

Furthermore, the anvil and a lock-washer are fastened to a tube member of a large diameter fitting the outer diameter of the tube member of a small diameter as the probe, whereby the anvil is freely detachable from the probe while the lock-washer regulates a downward displacement of the probe. As a positioning member for causing the free end of the parallel plate spring to abut with the bush, an elastic body is provided in a tensioned manner between the fixed and free ends of the parallel link in order to yield a force in the direction to cancel an effect of gravity acting on the

construction at the free end, and thus restrain the inertia movement. The pedestal is provided with an extended part overhanging from the wall around the fitting stage to the exterior of the housing, and pedestals are drilled at at least two appropriate positions on a bottom surface of the pedestal.

【0012】

【Preferred Embodiment of the Invention】

A preferred embodiment of a soft touch sensor according to the invention will be now described in detail hereinafter based on the drawings. Fig. 1 shows an embodiment of a soft touch sensor 10 according to the invention, (a) a side cross-sectional view and (b) a cross-sectional view along line B-B of (a). Fig. 2 is a plan view to illustrate one of two parallel plate springs 16 of the same shape which are constructed mirror-symmetrically opposed to each other having a same geometry, (b) a cross-sectional view along line B-B of (a), and (c) an expanded view of the part of (b) circled with a circle c. Fig. 3 is a bottom view along line III-III of Fig. 1 (a). Fig. 4 is a perspective view of Fig. 1, parts thereof being disassembled. Fig. 5 is an operational illustration of the soft touch sensor 10 of Fig. 1, a housing 12 and a signal light 14 being removed. Note that plate thicknesses are all exaggeratedly illustrated in the drawings.

【0013】

In Fig. 1, a cantilever mechanism 15 which is a major member of the soft touch sensor 10 is a type of parallel link mechanism (see FIG. 6 (b)) constructed by the two plate springs 16 having the same shape. As shown in a plan view in Fig. 2 (a), a plate spring 16 is a formation of polyimide thin plate member (having a thickness of 75  $\mu$ ) shaped by a rectangular empty frame 16a, from four corners of which, elastic arms 16bs, elastic parts, are respectively extended in parallel in a longitudinal direction. Further, an aluminum alloy thin plate 17 is matched and adhered to each plate spring skeleton 16a (see Fig. 2 (b) and (c)), the plate 17 being molded into an empty frame having the same plan shape as the skeleton 16a, and provided with a rib 17a cut and raised by burring along an inner circumferential edge so as to protrude from it. This turns the skeleton 16a of each plate spring 16 into a rigid structure, with only the part of each elastic arm 16b functioning as a movable portion. The thus constructed two plate springs 16, 16 having the same shape are spaced in parallel at an appropriate distance in upward, downward, and lateral directions, and opposed mirror-symmetrically to each

other. The ends of the both springs are respectively combined by coupling members 18, 19 which are rigid bodies perpendicular to each plate spring 16.

**【0014】**

In the cantilever mechanism 15 indicated in FIG. 6 (a), the upward and downward displacements at free ends of the parallel plate springs 16, 16 are provided by curvature of four elastic arms 16b extended from the skeleton 16a. That is, the parallel link mechanism by four rigid bar bodies a, b, c, d shown in the schematic view of FIG. 6 (b) is equivalent to one of FIG. 6 (a), and a joint k in FIG. 6 corresponds to the elastic arm 16b circled by a two-dot chain line in FIG. 6 (a). In the parallel link construction in FIG. 6 (b), the upward and downward movement at a free end c causes rotational friction to occur between a shaft and a bearing that construct the joint k, while at the elastic arm 16b an elastic deformation absorbs the upward and downward movement and thus no friction occurs. Accordingly, neither load fluctuation due to friction, nor friction loss and abrasion will occur.

**【0015】**

The coupling member 18 on the fixed end side of the parallel plate spring 16 in the cantilever mechanism 15 is advantageously a molded block of a ferrous material, considering expansion coefficient of the member having to be approximated to one of the processing machine to which the member is to be equipped for use. However, weight of the coupling member 18 may be decreased using an aluminum alloy or a synthetic resin depending on purpose of use. The coupling member 18 on the fixed end side has two columns 18d, 18d extending from the both sides of a central pedestal 18a. Each of the columns has mounting surfaces on a top surface 18b and a lower surface 18c onto which the end of the elastic arm 16b of the parallel plate spring 16 is screw-combined and fixed. The two columns 18d, 18d are formed so that the extended portions above a seat surface 18e of the central pedestal 18a are sufficiently long. The seat surface 18e is provided as a mounting seat for a Hall IC supporting member 20 described hereinafter (see Fig. 1 (b)).

**【0016】**

A ferrous molded supporting block 24 is screw-combined from the lower surface and fixed to a mounting seat 22a provided to the top surface of the ferrous molded pedestal 22 to protrude from it, which is formed for the same reason as above (see Figs. 1 and 3). As to the supporting block 24, as illustrated in Fig. 5, an upright portion 24a

on the mounting seat 22a penetrates the rectangular empty space formed in the plate spring 16 positioned at the lower side, so that a transverse beam 24b extends in parallel with the mounting seat 22a through the middle position spaced apart from the both upper and lower parallel plate springs 16, 16. The transverse beam 24b intrudes into a penetration hole 18f provided by drilling the middle pedestal 18a of the coupling member 18 on the fixed end side, so that the upper and lower surfaces 18b, 18c of the column 18d to be the fixing surfaces for the parallel plate springs 16s are provided and fixed to the mounting seat 22a in parallel. Under this condition, the free end of the cantilever mechanism 15 is elastically deformed to a position where the elasticity of the elastic arms 16b of the two upper and lower parallel plate springs 16 come to balance with the action of gravity m to be supported (see FIG. 6 (a)).

**【0017】**

As shown in the perspective view of Fig. 4, the coupling member 19 on the free end sides of the parallel plate springs 16 in the cantilever mechanism 15 is provided by outwardly bend-processing upper and lower parts of a lightweight aluminum alloy thin plate, and conjugating the parts to the free ends of the elastic arms 16b of each parallel plate spring 16. That is, forming U-shaped structure in section comprising two parallel upper and lower surfaces 19a, 19b provides the coupling member 19 on the free end sides with rigidity. Moreover, in order to decrease the weight, suitably shaped holes 19c, 19d are provided on a vertical surface 19e by drilling. On the vertical surface 19e, a pocket 19f is cut out to match the circumference of a small-size rare-earth magnet molded in a cube form 25 with its top surface side is provided as the South pole, the magnet 25 is adhered to a seat surface 19g provided by bending the lower hem at right angle to be cut and raised, and a surface 25a comprising South and North poles on the upper and lower sides respectively is opposed to a detecting surface 26a of the Hall IC 26 provided and fixed to the free end of the Hall IC supporting member 20 installed inside of the pocket 19f.

**【0018】**

In the perspective view of Fig. 4, positioning is performed with pedestals 16cs provided by drilling the free ends of the elastic arms 16bs on the free end sides of the parallel plate springs 16s, and pedestals 19hs provided by drilling each of both ends of the top surface 19a and the lower surface 19b of the coupling member 19 at the free end side. The top surface 19a and the lower surface 19b of the coupling member 19 on the free end side are thereby adhered to the free ends of the elastic arms 16bs on the upper

and lower free end sides. Thus, the free ends of the two upper and lower parallel plate springs 16 are coupled to the coupling member 19, so that a movable portion 28 of the cantilever mechanism 15 is formed.

**【0019】**

A probe 30 is adhered to the movable portion 28, the probe 30 penetrating through the central part of the top surface 19a and the lower surface 19b of the coupling member 19 at the free end side, and being perpendicular to the mounting seat 22a of the molded pedestal 22. To lightweight the movable portion 28, the probe 30 is preferably a thin stainless tube. The upper end of the probe 30 is long enough to protrude from the housing 12 described hereinafter, and relates to the setting of a reference height H from the working table surface F.

**【0020】**

An anvil 34, formed of pure aluminum and on which surface hard anodized aluminium is formed, is attachably/detachably fixed on the top surface of the probe 30, providing a flat contact surface 32 directly contacting with the cutting edge (not shown) of a measuring object and determining the reference height. That is, the anvil 34 is constructed such that it is adhered to a thin stainless tube rib 34a of a large diameter slidably fitting the outer diameter of the thin stainless tube forming the probe 30, together with a lock-washer 35 functioning as a stopper. The lower end of the probe 30 may be provides as a stopper to set a distance from the top surface of the molded pedestal 22 to limit the lower movement range of the movable portion 28.

**【0021】**

As shown in Fig. 5, the Hall IC supporting member 20 comprises an elastic part 20a whose end part is fixed to the seat surface 18e of the pedestal 18a at the center of the coupling member on the fixed end side, a rigid part 20b forming a structure by bending downwardly the both lines along the longitudinal direction, and an adhering seat 20c of the a Hall IC26 formed by bending downwardly the free end. The elastic part 20a is fixed to the seat surface 18e of the central pedestal 18a, with the rigid part 20b forcibly deformed and inclined downwardly by a small angle (e.g. 4 degrees) as shown by the two-dot chain line in the drawing.

**【0022】**

The slightly inclined rigid part 20b of the Hall IC supporting member 20 is

supported at an upper end 36a of an adjusting rod 36 screwed to an appropriate position on the top surface of the supporting block upright portion 24a, and raised to an nearly horizontal position in order to move the Hall IC detecting surface 26a to an area that reacts to the flux of the magnet 25. The axially-directed upward and downward movement due to the screwing action of the adjusting rod 36 allows a fine adjustment of the optimal activating position of the Hall IC 26. By fixing the supporting block 24 to the pedestal 22 after the position adjustment of the Hall IC 26 is completed, the pedestal 22 conceals a head part 36b to control the axially-directed movement of the adjusting rod 36. This makes it impossible for the rod to be controlled externally, so that once the optimal position of the Hall IC 26 is adjusted, it can not be intentionally modified. Additionally, as shown in Figs. 1 and 4, the signal light 14 of a light emitting diode is provided and fixed to the Hall IC supporting member 20 so that it is possible to visualize an activating signal by lighting the signal light 14 which is emitted when the Hall IC 26 reacts to a magnetic potential of a preset threshold value.

**【0023】**

Furthermore, as distinctly illustrated in Figs. 4 and 5, two elastic wire members 38s (stainless spring wire members with a diameter of 0.1 mm, the natural shape thereof being illustrated with a two-dot chain line) to compensate the amount of downward natural displacement due to the weight  $m$  (arrow) of the movable portion 28 including the coupling member 19 the parallel plate spring 16, the magnet 25, the probe 30, the anvil 34, and the lock-washer 35 in the cantilever mechanism 15, are provided and fixed to the Hall IC supporting member 20 by an end 38a in order to warp an free end 38b. The wire members are inserted through two transparent holes 19i, 19i provided on the coupling member 19 corresponding to the extension lines of the elastic wire members 38 right below the top surface 19a of the coupling member 19, so that an upward energizing force  $t$  (arrow) may be supplied. The imparting force  $t$  is much greater than weight  $m$ , and the top surface 19a of the coupling member 19 is lightly pressed against a lower surface 40a of a bush 40 provided and fixed to the inner surface of the housing 12. This renders it possible to hold the parallel plate springs 16 almost horizontally and stably, as well as stably set the position of the magnet 25 in the direction of the height.

**【0024】**

Based on Fig. 1 again, the molded housing 12 totally surrounding the cantilever mechanism 15 will be described. Formed on a top surface 12a of the molded

housing 12 are a window with a transparent cover 41 through which the signal light 14 is visible, and a large diameter aperture 42 through which the probe 30 is position-adjustably inserted. A flanged boss 43 opposed to the lock-washer 35 mounted to the anvil 34 is adhered to the exterior of the large diameter aperture 42 to limit the range of downward movement of the anvil 34 by the lock-washer 35 and the boss 43a abutted to each other. To the inside of the large diameter aperture 42, the bush 40 is provided and fixed to loosely fit the probe 30 to regulate the upper limit of the movement of the movable portion 28 or the magnet 25, so that the reference position of the anvil 34 is set.

**【0025】**

An electric wire pullout opening 45 with a rubber cap 44 is provided on a sidewall 12b of the molded housing 12 facing the coupling member 18 on the fixed end side of the cantilever mechanism 15. Moreover, a sidewall circumference surface 12c of the side wall surrounding the molded housing 12 matches the same surface as the outer circumferential edge of the molded pedestal 22. Inside the outer circumferential edge 22b of the molded pedestal 22, a fitting stage peripheral wall 22c is formed to which a fitting inner surface 12d formed at the bottom aperture of the molded housing 12 is tightly fitted.

**【0026】**

As shown in Fig. 3, on a lower surface 22d of the molded pedestal 22, a drilled hole for accommodating the head of a bolt 24c for bolting the molded supporting block 24 and a knock hole 22e for positioning are provided. Further, on a part of the outer circumferential edge 22b of the pedestal 22, an extended portion 22f is formed overhanging outwardly from the fitting stage peripheral wall 22c to the sidewall circumference surface 12c of the sidewall of the molded housing, and engaged with a clamp 46 as illustrated in Figs. 1 (b) and 4. A bolt 47 is inserted through a bolt hole 46a provided on the top surface, and screwed to a screw hole 48 carved on the working table surface F, so that the soft touch sensor 10 is fixed to the working table surface F.

**【0027】**

Now, the soft touch sensor 10 according to the invention will be described with respect to its operation. Instead of a block gage for setting the reference height of the cutting edge of the drill, the soft touch sensor 10 is installed at an appropriate position on the working table F of a machine tool such as a computer-controlled machining

center or jig drilling machine. To this end, a knock pin 49 is implanted and the screw hole 48 is carved at the installing position on the working table F so that the sensor can be installed at the same position all the time.

**【0028】**

The knock hole 22e for positioning provided on the lower surface 22d of the molded pedestal 22 of the soft touch sensor 10 is engaged with the knock pin 49 implanted on the working table F. As shown in Figs. 1 and 4, the clamp 46 is engaged with the extended part 22f of the molded pedestal 22 overhanging outwardly from the sidewall circumference surface 12c of the molded housing 12, and then the bolt 47 is inserted through the bolt hole 46a provided on the top surface of the clamp, to be screwed to the screw hole 48 on the working table F. By tightening the bolt 47, the working table F is pressed against the extended part 22f of the pedestal 22 by means of the clamp 46, so that the soft touch sensor 10 is fixed at the defined position.

**【0029】**

The reference height H from the working table F to the top surface of the anvil 34 is automatically set. For example, in a precision hole processing, a drill (not shown) is moved from a processing position to a position right above the central axis of the anvil 34 of the soft touch sensor 10. When the drill is descended gradually, the tip of the drill come into contact with a contacting surface (reference surface) 32 of the anvil 34, so that the probe 30 is downwardly pressed and moved. The weight of the movable portion 28 of the cantilever mechanism 15 is almost in balance with the integrated energizing force of the parallel plate springs 16 and the compensating elastic wire members 38, allowing the load with which the cutting edge of the drill downwardly displaces the movable portion 28 via the anvil 34 to be provided as 0.5 gf or less. This dispels the concern that the drill may be buckling-deformed.

**【0030】**

As illustrated in Fig. 7 in a large scale, the surface 25a of the magnet 25 provided and fixed to the coupling member 19 on the free end side constructing the movable portion 28, the surface 25a comprising the South and North poles on the upper and lower sides respectively, is opposed to the Hall IC detecting surface 26a at an adjacent position within the area of the magnetic field M of the magnet 25. The magnetic potential of the magnetic field formed by the magnet 25 is zero on a plane V<sub>0</sub> which crosses perpendicularly the axis of the magnet 25 at an equal distance from the



both magnetic poles S, N. The magnetic power gradually strengthens toward the both poles. In the vicinity of the plane  $V_0$ , the effect of the magnetic force due to a fluctuation of distance between the SN surface 25a of the magnet and the Hall IC detecting surface 26a can be ignored, because the magnetic potential surface is distributed almost in parallel. Therefore, if the gap between the SN surface of the magnet 25a and the Hall IC detecting surface 26a is small enough, accurate fine adjustment is not required.

#### 【0031】

For this purpose, the threshold value of the Hall IC26 for responding to the magnetic force is set to, for example, 20 gauss (S20G) on the S-pole side, so that a Hall IC 26 transfers a closing signal to the connected electric circuit (not shown) at the moment the magnetic potential surface  $-V_{20}$  such as of 20 gauss of the magnet 25 which descends together with the coupling member 19 united with the probe 30 passes through, for example, a point P on the detecting surface 26a. Receiving this signal, the computer of the machine tool renews the initial setting of the reference position. On the other hand, receiving this signal, the signal light 14 of the emitting diode also lights up to notify that the cutting edge has reached the reference position. By this operation, it is rendered possible to monitor and correct the abrasion of the cutting edge all the time, and to restrain the reproduction precision to  $\pm 0.5 \mu\text{m}$  or less with respect to the depth of the hole processing. The description of the electric circuit, which is known, is omitted.

#### 【0032】

An embodiment of the touch sensor according to the invention has been described above based on the drawings. However, the invention is not limited to the illustrated embodiment, and with respect to the shape, feature, etc. of the invention, alterations such as various modifications in details and re-construction of parts may expectedly be made within the scope of constituent features of the invention. For example, a drip proof function can be added by covering in a close-tight manner the gap between the lock-washer 35 provided unitedly with the anvil 34 and the flanged boss 43, by means of a thin flexible rubber bellows. The elastic wire materials 38 to cancel the weight  $m$  of the movable portion 28 may be replaced with a tension coil spring and a compression coil spring.

#### 【0033】

#### 【Advantageous Effects of the Invention】

According to the soft touch sensor according to the invention, as has been clarified in the description above, in order to set a reference height of the cutting edge from the working table surface, the anvil contacting with the cutting edge is subject to a parallel movement by means of the parallel link mechanism of the cantilever beams of the parallel plate springs made of polyimide thin plates. Furthermore, the movable portion of the parallel plate springs is made of aluminum alloy thin plates and a tube member with a small diameter, so that its weight is decreased. Thus, it is made possible to set the reference height using a contact load substantially of 0.3 gf or less, so that load is hardly applied to the edge tool.

**【0034】**

With the Hall IC detecting the movement of the magnet caused by the parallel movement of the anvil, it is enabled to detect a displacement at a reproduction precision of  $\pm 0.5 \mu\text{m}$  or less to renew the default position setting of the cutting edge. Further, the parallel plate spring has an empty skeleton through which space the supporting block at the fixed end of the cantilever beam is penetrated and constructed, and thus allowing a compact package of the total soft touch sensor. The movable portion of the parallel plate spring has its self-weight supported by a cantilever elastic wire member and abuts with the bush fixed inside the housing, which allows a compact construction as well as the movable portion of the parallel plate spring to be held stably.

**【0035】**

Furthermore, since the elastically displaced position of the Hall IC supporting member is normally held by the adjusting rod, it is made possible to fine-adjust the relative position between the Hall IC and the magnet to a position indicating the optimal sensitivity, controlling the screw part of the adjusting rod renders. The anvil is freely detachable from the probe, so that it can be easily replaced when abrasion or deformation occurs. Such a soft touch sensor can always be installed to a predetermined position on the working table by means of the knock hole drilled on the pedestal, it is made possible for an appropriate clamp to be engaged with and easily bolted to the extended part over-hanged to the exterior of the housing.

**【0036】**

Further, it is possible to prevent the parallel plate springs from deforming excessively to a level exceeding an elastic limit, because the lock-washer fixed untidily to the anvil abuts with the flanged boss fixed to the top surface of the housing so as to

limit the anvil movement, and the signal light enables the operation of the Hall IC visible. Moreover, no degradation due to abrasion will occur, because the magnet of the movable portion and the Hall IC of the detecting part are not in contact to each other, and since joints of the parallel link are the plate springs, there is no friction, i.e. no deterioration due to friction.

**【Brief Description of the Drawings】**

**【Fig. 1】** Fig. 1 illustrates an embodiment of a soft touch sensor according to the invention. Figs. (a) and (b) respectively shows a side view and a cross section taken along line B-B of Fig (a).

**【Fig. 2】** Fig. 2 is an illustration of a plate spring to construct a parallel link in the soft touch sensor according to the invention, (a) a plan view, (b) a cross section taken along line B-B of (a), and (c) an expanded view of the part of (b) circled with a sign c attached to it.

**【Fig. 3】** Fig. 3 is a bottom view taken along line III-III of Fig. 1(a).

**【Fig. 4】** Fig. 4 is a perspective view of Fig. 1, parts thereof being disassembled.

**【Fig. 5】** Fig. 5 is an operational illustration of a soft touch sensor in accordance with the invention, a housing and a signal light being removed.

**【Fig. 6】** FIG. 6 is a descriptive view of a cantilever mechanism by two parallel plate springs in a soft touch sensor according to the invention, (a) being a partial view of an embodiment and (b) a schematic view.

**【Fig. 7】** Fig. 7 is a side view of an expanded illustration of the relationship between a Hall IC and a magnet in a soft touch sensor according to the invention.

**【Explanation of Reference Number】**

10. Soft Touch Sensor

12. Housing

- 14. Signal Light
- 16. Plate Spring
- 18. Coupling Member (on a fixed end side)
- 19. Coupling Member (on a free end side)
- 20. Hall IC Supporting Member
- 22. Molded Pedestal
- 24. Molded Supporting Block
- 25. Magnet
- 26. Hall IC
- 28. Movable Portion
- 30. Probe
- 34. Anvil
- 35. Lock-Washer
- 36. Adjusting Rod
- 38. Elastic Wire Member
- 40. Bush
- 43. Flanged Boss
- 45. Electric Wire Pullout Opening

**【Abstract】**

**【Object of the Invention】**

Providing a soft touch sensor using a Hall IC

**【Means for Achieving the Object】**

By means of a cantilever mechanism 15 of a parallel link by two plate springs 16, a coupling member 18 on the fixed side is fixed to a supporting block 24 which penetrates through the center of a plate spring 16 on a lower side and uprightly provided on a pedestal 22. A movable portion 28 on the free end side is a lightweight coupling member 19 provided by bend-processing an aluminum thin plate, to which a rare-earth magnet 25 is adhered. An elastic part 20a of a Hall IC supporting member 20 is fixed to the coupling member 18 on the fixed side, and a rigid part 20b with a rib 17a is supported by an adjusting rod 36 to fine-adjust relative position of a Hall IC 26 provided on the free end with respect to the magnet 25. Elastic wire members 38s are fixed to the Hall IC supporting members 20s which hold at a free end 38b the

self-weight of the movable portion 28, and abutted with a lower surface 40a of a bush on the inner surface of a housing 12, so that the movable portion 28 is stabilized in its position. A light load of 0.5 gf or less activates an anvil 34, and the Hall IC 26 detects a minute displacement of 0.1 mm or less of the magnet 25, in order to light up a signal light 14.

【Selected Figure】

Fig. 1